

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

Offenlegungsschrift

(10) DE 196 48 309 A 1

(51) Int. Cl. 6:

H 01 L 33/00 A 3

H 01 L 21/283

H 01 L 23/482

(21) Aktenzeichen: 196 48 309.3

(22) Anmeldetag: 21. 11. 96

(23) Offenlegungstag: 3. 7. 97

(30) Unionspriorität: (32) (33) (31)

21.12.95 US 576251

(71) Anmelder:

Hewlett-Packard Co., Palo Alto, Calif., US

(74) Vertreter:

Schoppe, F., Dipl.-Ing.Univ., Pat.-Anw., 81479
München

(72) Erfinder:

Haitz, Roland H., Portola Valley, Calif., US; Kish jr.,
Fred A., San Jose, Calif., US

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Stark reflektierende Kontakte für Licht-emittierende Halbleiterbauelemente

(55) Erfindungsgemäße Licht-emittierenden Dioden mit reflektierenden Kontakten werden unter Verwendung eines Lasers gebildet, um kleine legierte Punkte in einem stark reflektierenden Metall zu bilden, das auf die obere und untere Oberfläche des LED-Chips aufgedampft ist. Unter Verwendung dieser Technik bleibt der größte Teil der unteren Oberfläche stark reflektierend, während nur die Abschnitte der unteren Oberfläche, auf die der Laser auftraf, absorbiend wirken. Typischerweise wird nur 1% der unteren Oberfläche in Kontakte gebildet, wodurch 99% der unteren Oberfläche zurückbleiben, um als reflektierende Oberfläche zu dienen. Der 1%ige Anteil der Oberfläche liefert jedoch einen ausreichenden Ohmschen Kontakt mit niedrigem Widerstand. LEDs, die mit dieser Technik hergestellt werden sind, erlauben es, daß Photonen an der hinteren Oberfläche mehr als 20 mal abprallen, bevor sie eine 50%-Absorptionschance besitzen. Ferner erlaubt eine Anwendung der Verbundhalbleiter-Wafer-Bonding-Techniken die Herstellung von LEDs mit einer Mehrzahl dieser kleinen mikrolegierten Kontakte ohne die Verwendung eines Lasers.

DE 196 48 309 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 05. 97 702 027/415

11/24

DE 196 48 309 A 1

Beschreibung

Diese Erfindung bezieht sich auf das Gebiet von Licht-emittierenden Halbleiterbauelementen. Licht-emittierende Dioden (LEDs; LED = Light Emitting Diode) mit stark reflektierenden Kontakten und Verfahren zum Herstellen derselben sind der spezielle Inhalt dieser Offenbarung.

Bei bekannten LEDs wird der Extraktionswirkungsgrad, welcher ein Verhältnis der Lichtmenge, die die fertiggestellte LED verläßt, zu der Lichtmenge, die tatsächlich von der LED erzeugt wird, ist, durch zwei in Konkurrenz stehende Prozesse bestimmt. Diese sind die interne Streuung von Licht in den Lichtaustrittskegel innerhalb der LED und eine interne Absorption von Licht in dem Substrat der LED oder an verlustbehafteten Oberflächen.

Aufgrund ihrer hohen Dichte an freien Ladungsträgern absorbieren die Kontakte, welche es ermöglichen, daß eine Spannung an die LED angelegt wird, einen großen Teil des Lichts, der von der LED erzeugt wird. Das Minimieren der Größe der LED-Kontakte erhöht den Extraktionswirkungsgrad der LED, solange eine ausreichende Ohm'sche Oberfläche beibehalten wird. Wenn die Kontakte reflektierend gemacht werden können, wird ebenfalls die interne Lichtreflexion erhöht. Dies verbessert den Extraktionswirkungsgrad, da sich das reflektierte Licht schließlich in einen der LED-Lichtaustrittskegel streuen wird, wenn der Absorptionskoeffizient innerhalb der LED ausreichend reduziert werden kann, um 10—100 interne Reflexionen innerhalb des LED-Chips zu erlauben.

Reflektierende Kontakte sind seit etwa 1970 bekannt. Zwei Lösungsansätze, d. h. dielektrische Spiegel mit Kontaktlöchern und eine Lochmaskenbedämpfung, werden verwendet, um diese reflektierenden Kontakte herzustellen. Um einen dielektrischen Spiegel mit Kontaktlöchern zu bilden, wird eine SiO_2 -Schicht auf die hintere Oberfläche des LED-Wafers abgeschieden, wobei kleine Löcher mit einem Durchmesser von 12—25 μm unter Verwendung einer Photolithographie durch die SiO_2 -Schicht geätzt werden. Da die Wafer, aus denen die LED-Chips hergestellt werden, im allgemeinen nicht vollständig flach sind, begrenzt die optische Auflösung bei herkömmlichen Photolithographietechniken die Lochgröße auf eine Größe, die nicht kleiner als 10—15 μm ist, und zwar bei einer Produktion mit hoher Stückzahl. Folglich bedecken die Kontakte typischerweise 25% der Rückseite der LED, was in einer Flächen-gewichteten Reflektivität von 70—75% resultiert. Nachdem ein Photon zweimal von den hinteren Kontakten reflektiert worden ist, weist es eine 50%-Chance auf, absorbiert zu werden. Fig. 2 zeigt eine LED, die diesen Typ eines bekannten reflektierenden Kontaktes verwendet.

Um die Kosten der SiO_2 -Abscheidung und der anschließenden Photolithographieschritte zu vermeiden, kann ein Kontaktmetall durch eine Lochmaske aufgedampft werden, um Kontakte zu bilden. Die resultierenden Kontakte bedecken immer noch etwa 25% der hinteren Oberfläche der LED und weisen ein Verhalten auf, das denen ähnlich ist, die unter Verwendung des dielektrischen Spiegels mit Kontaktlöchern gebildet worden sind.

Da diese beiden bekannten Techniken nur marginale Verbesserungen des Lichtextraktionswirkungsgrades schaffen, werden oft einfachere Metallkontakte, die die gesamte hintere Oberfläche der LED bedecken, ver-

wendet.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, stark reflektierende Kontakte für Licht-emittierende Halbleiterbauelemente und Verfahren zum Herstellen derselben zu schaffen.

Diese Aufgabe wird durch einen reflektierenden Kontakt für ein Licht-emittierendes Halbleiterbauelement gemäß Anspruch 1 oder 14 und durch ein Verfahren zum Bilden reflektierender Kontakte gemäß Anspruch 8 oder 17 gelöst.

Die vorliegende Erfindung schafft hochreflektierende und immer noch leitfähige Rückkontakte und Verfahren zum Herstellen derselben für Licht-emittierende Dioden.

Bei einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung werden LEDs mit stark reflektierenden Kontakten unter Verwendung eines Lasers gebildet, um kleine legierte Punkte in einem stark reflektierenden Metall zu bilden, das auf die Ober- und auf die Unterseite des LED-Chip aufgedampft ist. Unter Verwendung dieser Technik bleibt der größte Teil der unteren Oberfläche stark reflektierend, wobei nur die Abschnitte der unteren Oberfläche, auf die der Laser aufgetroffen ist, absorbierend werden. Typischerweise werden nur 1% der unteren Oberfläche in absorbierende Ohmsche Kontakte gebildet, wodurch 99% der unteren Oberfläche zurückbleiben, um als reflektierende Oberfläche zu dienen. Der 1%ige Anteil der Oberfläche schafft jedoch einen adäquaten Ohm'schen Kontakt mit niedrigem Widerstand. LEDs, die mit dieser Technik hergestellt worden sind, erlauben es, daß Photonen von der Rückoberfläche mehr als 20 mal zurückprallen, bevor sie eine 50%-Absorptionschance besitzen.

Bei einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung erlaubt eine Anwendung von Verbundhalbleiter-Waferbonding-Techniken die Herstellung von LEDs mit einer Mehrzahl dieser kleinen, mikrolegierten Kontakte ohne die Verwendung eines Lasers.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend bezugnehmend auf die beiliegenden Zeichnungen detailliert erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt einer LED, die gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung hergestellt ist;

Fig. 2 eine LED mit einem bekannten Typ eines reflektierenden Kontaktes;

Fig. 3a, 3b und 3c das Verfahren, das nötig ist, um das zweite Ausführungsbeispiel der Erfindung herzustellen;

Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 5 noch ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 6 noch ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Das erste Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt ein Verfahren zum Herstellen von wirk samen Kontakten auf einem LED-Chip, ohne die wertvollen optischen Eigenschaften zu zerstören, die von reflektierenden Kontakten geboten werden, und die LEDs, die unter Verwendung dieses Verfahrens hergestellt werden. Bei diesem ersten Ausführungsbeispiel wird ein stark reflektierendes Metall, das mit Zn, Ge

oder einem anderen ähnlichen Metall dotiert ist, das einen Ohm'schen Kontakt mit niedrigem Widerstand mit GaP vom p- oder vom n-Typ bildet, auf die obere und/oder auf die untere Oberfläche eines LED-Wafers

aufgedampft. Ein Ohm'scher Kontakt mit niedrigem Widerstand zu einer LED ist ein Kontakt, welcher es erlaubt, daß die LED mit einem Vorwärtswiderstand von $20\ \Omega$ betrieben wird, wenn dieselbe mit einer Spannung über der Diodeneinschaltspannung betrieben wird. Nur kleine Flächen der oberen und/oder unteren Oberfläche der LED sind mit diesem reflektierenden Metall beschichtet. Statt des Legierens des gesamten Wafers in einem Ofen wird der Wafer selektiv legiert, indem der selbe mit einer Serie von Laserpulsen erwärmt wird. Dieses Verfahren bildet ein Netz von kleinen legierten Punkten mit einem Durchmesser D , die um eine Strecke L beabstandet sind.

Als Beispiel weist ein LED-Chip, der eine Fläche von $500 \times 500\ \mu\text{m}$ aufweist, mit einem Punkt durchmesser D von $2\ \mu\text{m}$ und einer Punktbeabstandung L von $20\ \mu\text{m}$, wobei dieselbe von der Mitte eines Punktes zu der Mitte eines anderen Punktes gemessen wird, eine Gesamtzahl von 625 mikrolegierten Punkten auf seiner unteren Oberfläche auf. Der Ausbreitungswiderstand eines einzelnen Punktes kann durch folgende Gleichung angegeben werden:

$$R_{sp} = \rho/2D$$

In p-Typ-GaP beträgt ρ gleich $0,1\ \Omega\text{cm}$, während bei n-Typ-GaP ρ $0,04\ \Omega\text{cm}$ beträgt. Alle 625 elektrisch parallel angeordneten Punkte ergeben zusammen einen Ausbreitungswiderstand von $0,4\ \Omega$ für einen Rückkontakt vom n-Typ. Die $2\text{-}\mu\text{m}$ -Punkte, die um $20\ \mu\text{m}$ voneinander beabstandet sind, resultieren in einer Kontaktfläche (D^2/L^2) von 1%.

Der allgemeine Fall für den Ausbreitungswiderstand R_{sp} für einen LED-Chip mit einer Fläche A , mit einem Punkt durchmesser D und mit einer Punktbeabstandung L ist durch folgende Gleichung gegeben:

$$R_{sp} = [\rho/2D] \cdot [L^2/A] = D \cdot [L^2/D^2] \cdot [\rho/2A].$$

Für eine LED mit einer gegebenen Größe A , einem gegebenen Widerstand ρ und einer gegebenen gebrochenen Kontaktfläche D^2/L^2 nimmt der Ausbreitungswiderstand mit D ab. Die optimale Lösung ist durch den kleinsten herstellbaren Durchmesser der mikrolegierten Punkte gegeben. Wenn die Laserwellenlänge kleiner als $1\ \mu\text{m}$ ist, sind mikrolegierte Punkte mit einem Durchmesser D in dem Bereich von $2\ \mu\text{m}$ möglich.

Fig. 1 ist ein Querschnitt einer LED, die unter Verwendung dieses ersten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung hergestellt worden ist. Die LED besteht aus einer aktiven Schicht 11, aus einer unteren p-Typ-GaP-Schicht 13 und aus einer oberen n-Typ-GaP-Schicht 15. Eine Metallschicht 17 bedeckt die vollständige untere Oberfläche der Schicht 13, während ein vorderer Kontakt 19 einen vorbestimmten Abschnitt der oberen Schicht 15 bedeckt. Mikrolegierte Punkte 21 mit einem Durchmesser D sind sowohl in der Metallschicht 17 als auch in dem vorderen Kontakt 19 gebildet.

Die Auswahl von Metallen, die für die Metallschicht 17 und für den vorderen Kontakt 19 verwendet werden, ist kritisch. Die Reflektivität R des nicht-legierten Metalls auf einem Material mit einem Brechungsindex n_1 gleich 3,0 ist durch folgende Gleichung gegeben:

$$R = [(n_1 - n_2)^2 + k_2^2]/[(n_1 + n_2)^2 + k_2^2].$$

Die beste Auswahl für das Metall ist Silber. Für Silber und gelbes Licht beträgt bei $n_2 = 0,05$ und $k_2 = 3,94$ R

= 0,98. Die gewichtete Reflektivität für die hintere Oberfläche ist $R = 97\%$, welche aus einem 2%-Verlust auf 99% der nicht-legierten Metallfläche, und aus einem 100%-Verlust bei dem 1%-Anteil besteht, der die mikrolegierten Punkte aufweist. Bei einem LED-Chip dieses Entwurfs kann ein Photon mehr als 20 mal von der hinteren Oberfläche abprallen, bevor eine 50%-Chance für eine Photonenabsorption besteht.

Das Ag-Metall kann AgZn oder AgGe sein, wobei jedoch eine bevorzugte Anordnung eine schichtweise Anordnung von Ag zur Reflektivität, von einem Dotierungsmetall, wie z. B. Zn oder Ge, von einem Lötbarriermetall, wie z. B. W oder Mo, und von einer Lötkontaktechicht, wie z. B. Ni, sein würde.

Die mikrolegierten Kontakte, die hierin offenbar sind, können nicht durch Standardphotolithographie-techniken hergestellt werden, da die Biegung des LED-Wafers die Auflösung bei einer Produktion mit hoher Stückzahl auf $10-15\ \mu\text{m}$ begrenzt. Diese Begrenzung kann überwunden werden, indem ein Laser verwendet wird, um Punkte mit Abmessungen in der Größenordnung von $1-2\ \mu\text{m}$ zu legieren. Dies kann mit einem gepulsten oder Dauerstrich-Laserstrahl mit ausreichender Leistung erreicht werden, der abgelenkt werden kann, um die Rückoberfläche eines Wafers abzutasten. Alternativ könnte ein Hologramm oder ein Brechungsgitter (mehrere Brechungsgitter) den Laserstrahl in ein Punktmuster der gewünschten Größe und Beabstandung aufbrechen. Kein Verfahren würde irgendeine Ausrichtung mit Merkmalen auf der Vorderseite des Wafers, wie z. B. den oberen Kontakten, benötigen. Ferner umgeht das Laserlegieren das Problem des Erzeugens von mikrolegierten Kontakten auf gebogenen Wafers kraft der erhöhten Feldtiefe, die bei dem Laserlegierungsverfahren erreicht werden kann. Wenn die oberen Kontakte mikrolegiert werden sollen, könnte ein unterschiedliches Punktmuster verwendet werden. Eine lokale Erwärmung der nicht-metallisierten oberen GaP-Schicht sollte keine Absorptionszentren erzeugen.

Eine Schwierigkeit bei dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist der Bedarf, ein praktikables Metallsystem zu entwickeln, welches gleichzeitig als Ohm'scher Kontakt in den Laser-legierten Regionen, als ein sehr guter Reflektor in den nicht-legierten Regionen dienen kann, und welches einen Laserstrahl mit hoher Leistung absorbiert. Das Muster, das aus der Laserlegierung resultiert, muß bezüglich der Belastung, die es auf den Halbleiter ausübt, ausreichend niedrig belastet sein, um an demselben gut zu haften, und zwar besonders in den nicht-legierten Regionen. Die Verwendung eines Laserherstellungsverfahrens kann ebenfalls bei bestimmten Anwendungen zu teuer sein.

Das zweite Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung schafft eine alternative Einrichtung zum Herstellen der reflektierenden Kontakte. Dieses zweite Ausführungsbeispiel verwendet sowohl herkömmliche Photolithographie-techniken, die auf flachen Waferoberflächen verwendet werden, als auch Verbundhalbleiter-Waferbonding-Techniken. In dieser Anmeldung ist eine flache Waferoberfläche derart definiert, daß sie eine ausreichende Oberflächenflachheit und keine Biegung aufweist, um das photolithographische Mustern von Merkmalen mit Abmessungen von $1-4\ \mu\text{m}$ über dem gesamten Durchmesser des Wafers mit Erträgen, die 90% überschreiten, zu ermöglichen.

AlGaInP/GaP-LEDs mit einem transparenten Substrat (TS) wurden durch Entfernen des ursprünglich auf-

gewachsenen GaAs-Substrats von einem epitaxialen GaP/AlGaInP/GaAs-Wafer und durch Wafer-Bonden eines GaP-Substrats an die epitaxialen AlGaInP-Schichten hergestellt, was in einem GaP/AlGaInP/GaP-Wafer resultiert. Durch Kombinieren des Wafer-Bonden und von photolithographischen Techniken kann eine LED mit "mikrolegierten" Kontakten hergestellt werden.

Das Verfahren zum Herstellen einer LED mit mikrolegierten Kontakten unter Verwendung des zweiten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung ist in den Fig. 3a, 3b und 3c gezeigt. Unter Verwendung bekannter photolithographischer Techniken werden kleine Öffnungen 51 mit etwa einem Durchmesser von 1—10 μm , die etwa 5—100 μm voneinander beabstandet sind, in einen dielektrischen Film 53 auf einem flachen, transparenten Substrat 55 gemustert. Nachfolgend wird unter Verwendung der Techniken, die von F.A. Kish, u. a., "Very High Efficiency Semiconductor Wafer-Bonded Transparent Substrate AlGaInP/GaP Light Emitting Diodes", Appl. Phys. Lett., V. 64, 2839—2841 (23. Mai 1994), beschrieben sind, das transparente Substrat mit den aktiven LED-Schichten 57 (Fig. 3b) Wafer-gebondet. Anschließend werden Ohm'sche Kontaktmetallisierungen 59 über die gesamte Oberfläche des gemusterten Dielektrikums abgeschieden und anschließend in die Ohm'schen Kontaktflächen legiert (Fig. 3c). Ein mögliches Materialsystem sind aktive LED-AlGaInP-Schichten, ein transparentes GaP-Substrat und entweder Au-Ge-Ag für einen n-Typ-Kontakt oder Au-Zn-Ag für einen p-Typ-Kontakt.

Wenn die Ohm'sche Kontaktmetallisierung die geeignete Reflektivität in den reflektierenden Kontaktflächen besitzt, ist die LED fertiggestellt. Wenn die Reflektivität nicht ausreichend ist, oder wenn die mechanische Integrität der Metallisierung nicht ausreichend ist, dann kann die nichtlegierte Metallisierung selektiv von den reflektierenden Oberflächen unter Verwendung verschiedener Ätztechniken entfernt werden. Das dielektrische Maskierungsmaterial kann ebenfalls entfernt werden. Eine abschließende Abscheidung eines reflektierenden Materials würde dann über den reflektierenden Kontaktflächen durchgeführt werden. Dieses reflektierende Material kann aus Metallen, einem Dielektrikum/Metall-Stapel oder aus einem dielektrischen Stapel bestehen. Die LED 70, die in Fig. 4 gezeigt ist, ist ein Beispiel für ein Bauelement, bei dem die reflektierenden Kontaktmusterflächen ein Dielektrikum und eine andere Metallisierung als die Ohm'schen Kontaktflächen aufweisen.

Wenn die reflektierende Schicht aus leitfähigen Metallschichten besteht, können solche Schichten über die gesamte Mikrolegierungsstruktur abgeschieden werden. Die reflektierende Schicht kann ebenfalls aus einem Stapel aus dielektrischen Schichten bestehen, was eine Abscheidung in lediglich den reflektierenden Flächen erfordern würde.

Das transparente Substrat sollte auf beiden Seiten vor jedem weiteren Verarbeitungsschritt poliert werden. Ein solches Polieren ist für das Wafer-Bonden nötig und liefert eine glatte Oberfläche, um die optische Reflektivität in den reflektierenden Kontaktflächen zu verbessern.

Das Wafer-Bonden findet typischerweise bei einer hohen Temperatur statt, wodurch eine wesentliche Zersetzung der ausgesetzten Halbleiteroberflächen auftreten kann. Es kann wünschenswert sein, die gesamte Mikrolegierungsstruktur durch Abscheiden eines Typs ei-

nes Dielektrikums (z. B. Si_3N_4) in den Ohm'schen Kontaktregionen, um eine Zersetzung zu verhindern, und eines zweiten Typs eines Dielektrikums (z. B. SiO_2) in den reflektierenden Kontaktflächen vor dem Wafer-Bonden zu schützen. Nachdem das Wafer-Bonden vollendet ist, kann das Dielektrikum in den Ohm'schen Kontaktflächen selektiv vor dem Abscheiden einer Ohm'schen Kontaktmetallisierung entfernt werden (z. B. durch Plasmaätzen). Wenn keine dielektrische Schutzschicht in den Ohm'schen Kontaktflächen verwendet wird, kann es notwendig sein, die obere Oberflächenschicht des Halbleiters in diesen Flächen zu ätzen, um irgendeine Oberflächenbeschädigung zu entfernen, die während des Wafer-Bonden-Verfahrens aufgetreten sein könnte.

Wenn das Dielektrikum, das verwendet wird, um die reflektierenden Kontaktflächen zu maskieren, als Teil des Reflektors verwendet wird, sollte dieses Dielektrikum abgeschieden werden, um eine optisch glatte Schicht zu bilden. Eine derartige Schicht kann durch Elektronenstrahlabscheidung abgeschieden werden. Vor dem Legieren kann die Ohm'sche Kontaktmetallisierung durch Abhebetechniken gemustert werden, was darin resultiert, daß in den Ohm'schen Kontaktflächen während des Legierungsschritts nur Metallschichten vorhanden sind.

Fig. 5 zeigt eine LED 80, bei der die reflektierenden Kontaktmusterflächen eine nicht-legierte Metallisierung aufweisen, die ebenfalls die zu Ohm'schen Kontaktflächen legierte Metallisierung bedeckt, wobei jede Metallisierung potentiell unterschiedlich sein kann.

Fig. 6 stellt eine LED 90 dar, bei der die reflektierenden Kontaktflächen einen stark reflektierenden dielektrischen Stapel aufweisen.

Bei beiden Ausführungsbeispielen der Erfindung können die mikrolegierten Flächen irgendeine Form (z. B. Ellipsen, Quadrate, kreisförmige Ringe, usw.) aufweisen. Sie sind nicht daraufbegrenzt, eine Kreisform zu besitzen. Die Flächenbedeckung dieser mikrolegierten Regionen sollte jedoch kleiner als 10% der Gesamtkontaktfläche sein, wobei die Gesamtkontaktfläche aus mikrolegierten und stark reflektierenden Regionen besteht.

Patentansprüche

1. Reflektierender Kontakt für ein Licht-emittierendes Halbleiterbauelement (10), das eine obere und eine untere Oberfläche aufweist, mit folgenden Merkmalen:
einer reflektierenden Metallschicht (17, 19), die einen vorbestimmten Anteil entweder der oberen oder der unteren Oberfläche oder von beiden Oberflächen des Lichtemittierenden Halbleiterbauelements bedeckt; und
einer Mehrzahl von legierten Metall-Halbleiter-Zonen (21), die aus der reflektierenden Metallschicht und entweder aus der oberen oder der unteren Oberfläche oder aus beiden Oberflächen des Licht-emittierenden Halbleiterbauelements gebildet sind, wobei die legierten Metall-Halbleiter-Zonen flächenmäßig nicht mehr als 10% der Gesamtfläche der reflektierenden Metallschicht und der legierten Metall-Halbleiter-Zonen einnehmen, und wobei die legierten Metall-Halbleiter-Zonen einen Ohm'schen Kontakt mit niedrigem Widerstand mit entweder der oberen oder der unteren Oberfläche oder mit beiden Oberflächen des Licht-emittierenden Halbleiterbauelements aufweisen.

den Halbleiterbauelementen (10) bilden.

2. Reflektierender Kontakt gemäß Anspruch 1, bei dem jede der legierten Metall-Halbleiter-Zonen eine Form aufweist, wobei diese Form aus einer Gruppe von Formen ausgewählt ist, die aus zumindest Kreisen, Ellipsen, Quadraten und kreisförmigen Ringen besteht. 5

3. Reflektierender Kontakt gemäß Anspruch 1 oder 2, bei dem die legierten Metall-Halbleiter-Zonen (21) eine einzelne Fläche zwischen 4 und $100 \mu\text{m}^2$ aufweisen und zwischen 5 und 50 μm voneinander beabstandet sind. 10

4. Reflektierender Kontakt gemäß einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die legierten Metall-Halbleiter-Zonen (21) mittels eines Laserstrahls gebildet sind. 15

5. Reflektierender Kontakt gemäß Anspruch 4, bei dem die reflektierende Metallschicht (17, 19) ferner eine Mehrzahl von Schichten aufweist, wobei die Mehrzahl von Schichten folgende Merkmale aufweist: 20

eine reflektierende Metallschicht; und eine Dotierungs metallschicht.

6. Reflektierender Kontakt gemäß Anspruch 4 oder 5, bei dem die legierten Metall-Halbleiter-Zonen (21) nicht mehr als 5% der Gesamtfläche der reflektierenden Metallschicht und der legierten Metall-Halbleiter-Zonen einnehmen. 25

7. Reflektierender Kontakt gemäß einem beliebigen der Ansprüche 4 bis 6, bei dem die Flächen-gewichtete Reflektivität der Metallschicht und der legierten Metall-Halbleiter-Zonen größer als 80% ist. 30

8. Verfahren zum Bilden von reflektierenden Kontaktan an einem Licht-emittierenden Halbleiterbauelement, mit folgenden Schritten: 35

Abscheiden einer reflektierenden Metallschicht (17, 19) auf entweder eine obere oder auf eine untere Oberfläche oder auf beide Oberflächen des Licht-emittierenden Halbleiterbauelements; und 40

Bilden einer Mehrzahl von legierten Zonen (21) aus den reflektierenden Metallschichten und der entweder oberen oder unteren Oberfläche oder beiden Oberflächen des Licht-emittierenden Halbleiterbauelements unter Verwendung eines Laserstrahls, wobei die legierten Zonen flächenmäßig nicht mehr als 10% der Fläche der reflektierenden Metallschicht und der legierten Zonen einnehmen. 45

9. Verfahren gemäß Anspruch 8, bei dem jede der legierten Zonen eine Form aufweist, wobei die Form aus einer Gruppe von Formen ausgewählt ist, die zumindest aus Kreisen, Ellipsen, Quadraten und kreisförmigen Ringen besteht. 50

10. Verfahren gemäß Anspruch 8 oder 9; bei dem die legierten Zonen eine Fläche zwischen 4 und $100 \mu\text{m}^2$ einnehmen, wobei die Mitten der legierten Zonen voneinander zwischen 5 und 50 μm beabstandet sind. 55

11. Verfahren gemäß Anspruch 10, bei dem die Flächen-gewichtete Reflektivität der legierten Zonen und der Metallschicht größer als 80% ist. 60

12. Verfahren gemäß einem beliebigen der Ansprüche 8 bis 11, bei dem der Laserstrahl über die Metallschicht abgelenkt wird, um die Zonen sequentiell zu bilden. 65

13. Verfahren gemäß einem beliebigen der Ansprüche 8 bis 11, bei dem der Laserstrahl durch zumindest entweder ein Hologramm oder ein Brechungs- 65

gitter aufgeteilt wird, um ein Muster von Zonen der gewünschten Form, Größe und Beabstandung gleichzeitig zu bilden.

14. Reflektierender Kontakt für ein Licht-emittierendes Halbleiterbauelement, das zumindest ein erstes flaches transparentes Substrat (55) aufweist, das mit dem Licht-emittierenden Halbleiterbauelement (57) Wafergebondet ist, 5

wobei das transparente Substrat mit einer Mehrzahl von Kontaktzonen vor dem Wafer-Bonden gemustert worden ist,

wobei ein reflektierendes Metall (53) über dem gemusterten transparenten Substrat nach dem Wafer-Bonden abgeschieden worden ist, und wobei Ohm'sche Kontakte (51) durch Legieren des reflektierenden Metalls durch die gemusterten Kontaktzonen hindurch in das Licht-emittierende Halbleiterbauelement gebildet sind, wobei die Fläche der legierten Kontaktzonen kleiner als 10% der Gesamtfläche des reflektierenden Metalls und der Kontaktzonen ist.

15. Reflektierender Kontakt gemäß Anspruch 14, bei dem die Kontaktzonen jeweils eine Form aufweisen, wobei die Form eine Form aus der Gruppe von Formen aufweist, die Kreise, Ellipsen, Quadrate und kreisförmige Ringe umfaßt.

16. Reflektierender Kontakt gemäß Anspruch 14 oder 15, bei dem die Kontaktzonen eine Fläche zwischen 4 bis $100 \mu\text{m}^2$ einnehmen und voneinander zwischen 5 bis 50 μm beabstandet sind.

17. Verfahren zum Bilden eines reflektierenden Kontakt für ein Licht-emittierendes Halbleiterbauelement, mit folgenden Schritten:

Bilden zumindest eines ersten flachen transparenten Substrats (55);

Mustern einer ersten Seite des transparenten Substrats mit einer Mehrzahl von Kontaktzonen (51); Wafer-Bonden einer zweiten Seite des transparenten Substrats an das Licht-emittierende Halbleiterbauelement (57);

Abscheiden einer reflektierenden Schicht über die erste Seite des transparenten Wafers; und

Bilden legierter Kontaktzonen (51) zwischen der reflektierenden Schicht und dem Licht-emittierenden Halbleiterbauelement durch die gemusterten Kontaktzonen hindurch, wobei die Fläche der Kontaktzonen kleiner als 10% der Gesamtfläche der Kontaktzonen und der reflektierenden Schicht ist.

18. Verfahren gemäß Anspruch 17, bei dem die Kontaktzonen (51) eine Fläche zwischen 4 und $100 \mu\text{m}^2$ aufweisen und zwischen 5 und 50 μm voneinander beabstandet sind.

19. Verfahren gemäß Anspruch 17 oder 18, bei dem die Zonen alle die gleiche Form aufweisen, wobei die Form aus einer Gruppe von Formen ausgewählt ist, die zumindest Kreise, Ellipsen, Quadrate und kreisförmige Ringe umfaßt.

20. Verfahren gemäß einem beliebigen der Ansprüche 17 bis 19, bei dem die reflektierende Schicht aus einem einer Gruppe von Materialien besteht, die zumindest Metalle, Dielektrika/Metall-Stapel und Dielektrika-Stapel umfaßt.

21. Verfahren gemäß einem beliebigen der Ansprüche 17 bis 20, bei dem zumindest das erste flache transparente Substrat (55) mit einer unteren Oberfläche des Licht-emittierenden Halbleiterbauelements (57) Wafergebondet wird, während ein zweites flaches transparentes Substrat mit einer

oberen Oberfläche des Licht-emittierenden Halbleiterbauelements Wafer-gebondet wird, nachdem das zweite flache transparente Substrat gemustert worden ist.

5

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

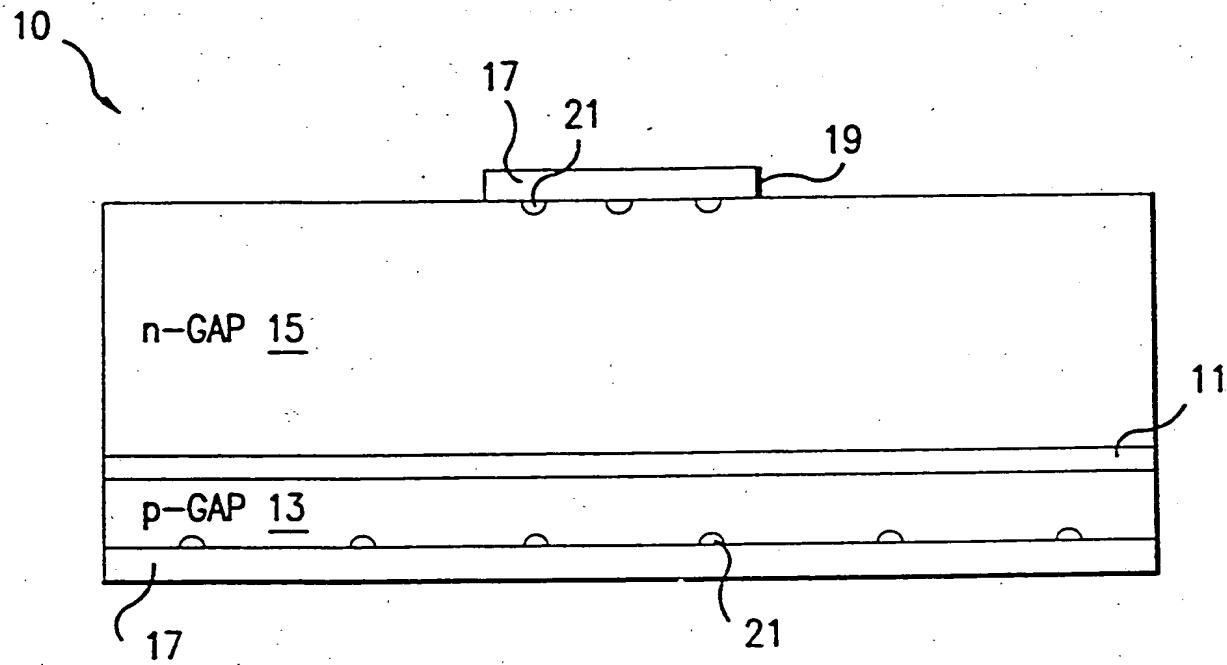


FIG.1

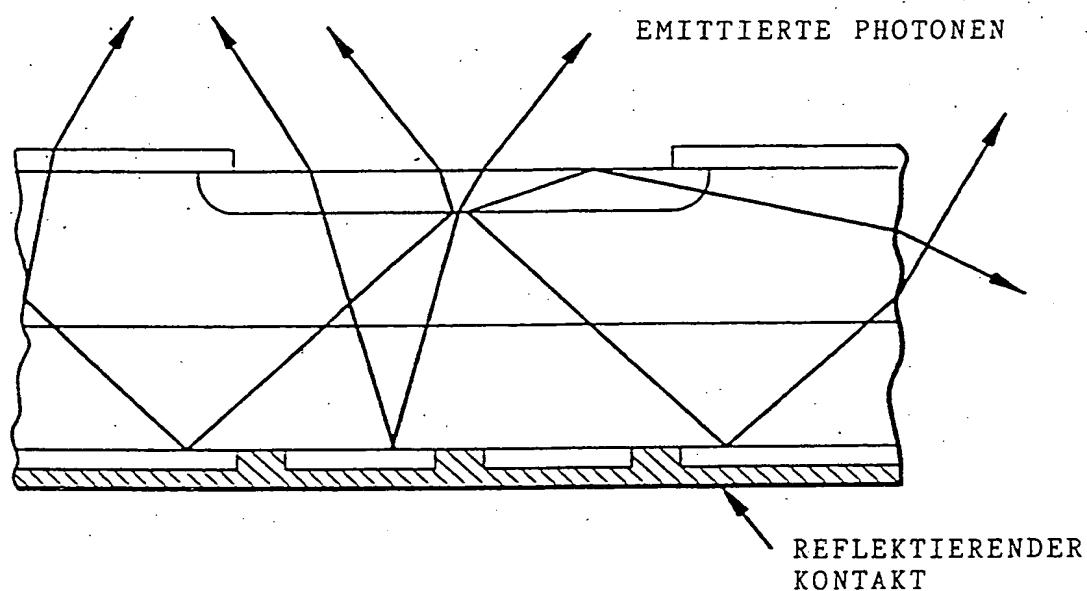


FIG. 2 (STAND DER TECHNIK)

WAFER-BONDEN

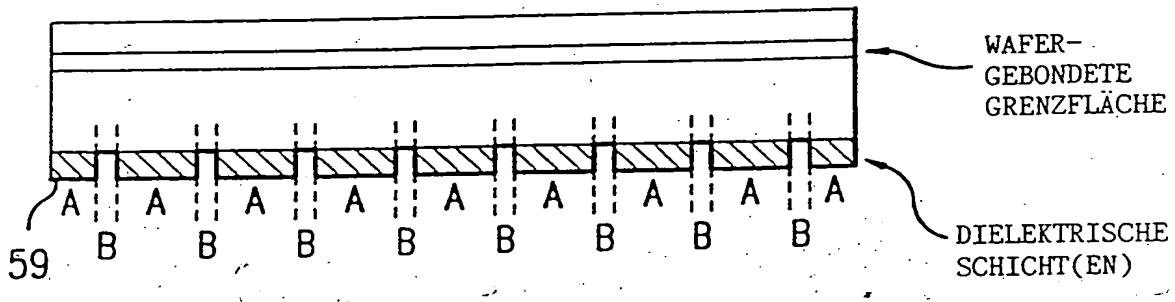
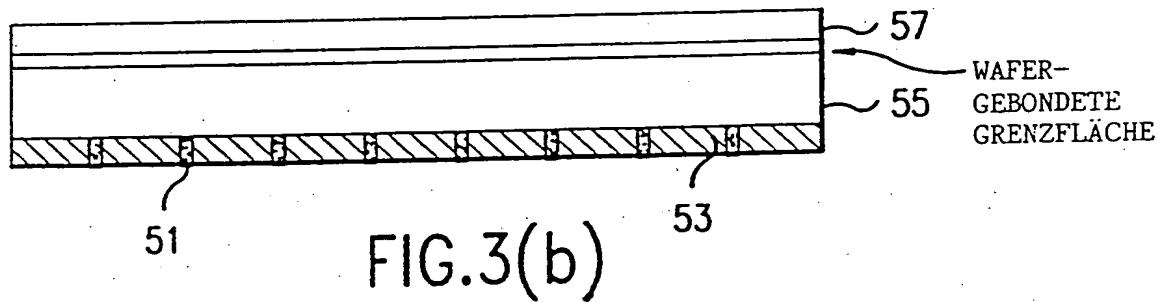
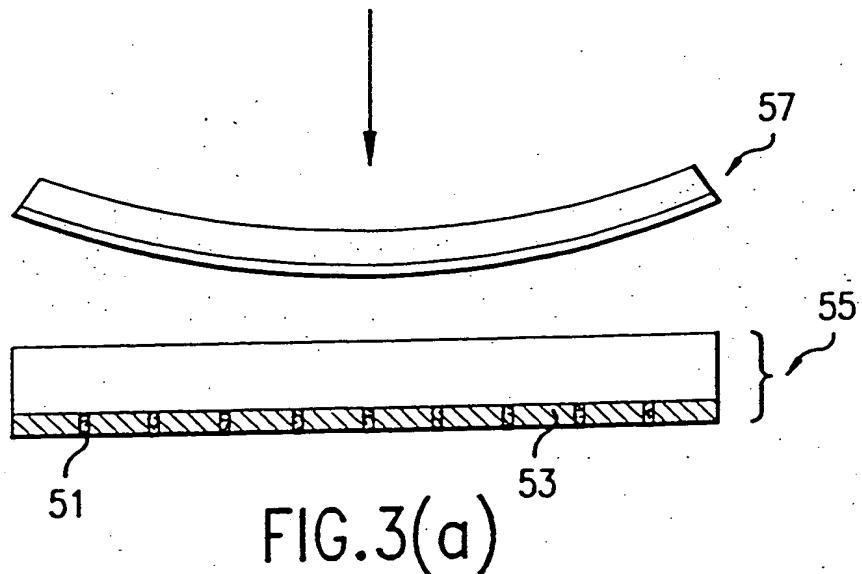


FIG. 3(c)

